

COMUNICACIÓN DE TRABAJO – CONTRIBUTED PAPER

Observaciones de ^{12}CO ($J=1\rightarrow 0$) en los alrededores de estrellas Wolf-Rayet galácticas

Nicolás Duronea

Instituto Argentino de Radioastronomía, Villa Elisa, Argentina,

duronea@tux.iar.unlp.edu.ar

E. Marcelo Arnal

Instituto Argentino de Radioastronomía, Villa Elisa, Argentina,

arnal@iar.unlp.edu.ar

Resumen. Como parte de un programa dedicado a investigar la interacción entre estrellas de gran masa con su medio circundante, se realizó un estudio del material molecular en los alrededores de un grupo de estrellas Wolf-Rayet. En este trabajo presentamos las observaciones de ^{12}CO ($J=1\rightarrow 0$) alrededor de tres estrellas Wolf-Rayet galácticas. Las observaciones moleculares fueron combinadas con observaciones de lejano IR (MSX e IRAS) y de continuo de radio a 2.4 y 5.0 GHz. Se encontraron cavidades y cáscaras que podrían estar asociadas a las estrellas Wolf-Rayet observadas.

Abstract.

We present ^{12}CO ($J= 1 \rightarrow 0$) images of the surroundings of three galactic Wolf-Rayet stars. As part of a program aimed to study the interaction of massive stars with their environments, we have begun a study of the distribution of molecular gas around Wolf-Rayet stars. The carbon monoxide database is combined with both far infrared (MSX and IRAS) and radio continuum observations at 2.4 and 5.0 GHz.

A few cavities and arc-shaped structures were found likely to be associated with the Wolf-Rayet stars.

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es analizar la distribución del material molecular en los alrededores de estrellas Wolf-Rayet galácticas con el fin de encontrar evidencia de la interacción de los intensos vientos de éstas con el medio interestelar (MIE). Estos efectos devienen en la formación de las estructuras conocidas como 'burbujas interestelares' (BI). Éstas son cavidades de baja densidad y alta temperatura, rodeadas por una cáscara de gas interestelar barrido y gas estelar desacelerado. De acuerdo con los modelos existentes, en una BI debería observarse: emisión térmica en el continuo de radio y/o emisión en el óptico debido a la presencia de material ionizado, emisión en el IR debido al polvo calentado por el campo radiativo, un mínimo en la distribución de HI, una cáscara de HI

en emisión rodeando al mínimo y posiblemente emisión molecular externa a la cáscara de HI.

Otro de los objetivos de este trabajo es el de verificar la eficiencia de conversión de energía cinética ($E_{cinetica}/E_{viento}$). Los modelos de conservación de energía de las BI predicen un valor del 20 %. Las observaciones de HI indican que $E_{cinetica}/E_{viento}$ es del orden del 2-5%. Este valor puede incrementarse si se encontrara una componente de gas molecular asociada a la BI.

Las observaciones utilizadas fueron obtenidas con el radiotelescopio japonés NANTEN de 4m de diámetro (Las Campanas, Chile). Los espectros fueron tomados en la transición rotacional $J=1 \rightarrow 0$ de la molécula de ^{12}CO . El HPBW $\sim 2'.7$ y la resolución en velocidad es 0.055 km/seg. Para cada objeto se observó una zona cuadrada de $86'.4$ de lado centrada en la estrella con un espaciado de $5'.4$ entre cada observación y una zona cuadrada de $32'.4$ de lado centrada en la estrella con un espaciado de $2'.7$ entre cada observación.

En la Tabla 1 se listan las principales características de las estrellas estudiadas

2.

Tabla 1
Estrellas WR estudiadas.

Estrella	l ($^{\circ}$)	b ($^{\circ}$)	Clase espectral	dist ^(*) (kpc)	$M_v^{(*)}$ (mag)	$A_v^{(*)}$ (mag)
WR 32	289.36	0.02	WC5+OB?	5.7	-3.34	6.4
WR 33	288.5	1.9	WC5	6.1	-3.34	1.76
WR 91	348.76	-1.07	WN7	7.18	-5.41	6.89

(*) Datos obtenidos de van der Hucht, 2001

3. Resultados

Para la identificación de las estructuras moleculares posiblemente relacionadas con las estrellas WR, se analizó todo el rango de velocidades abarcado por la emisión de CO, prestando especial atención a aquellos intervalos de velocidad que de acuerdo con los modelos de rotación galáctica, son consistentes con las distancias catalogadas para las estrellas. Para los distintos intervalos de velocidad se construyeron mapas 'posición-posición' y se buscó cierta correspondencia morfológica entre la distribución del gas molecular y la posición de la estrella WR.

Análisis del material molecular en los alrededores de WR 32 y WR 33

En la Figura 1, se muestran las estructuras moleculares que podrían estar relacionadas con WR 32 y WR 33 así como los rangos de velocidades de las mismas.

Dado que a la longitud galáctica de WR 32 y WR 33 las distancias cinemáticas se encuentran pobremente determinadas (el gradiente de velocidad radial con la distancia es muy pequeño), se analizó todo el rango de velocidades para identificar las estructuras moleculares posiblemente relacionadas a dichas estrellas)

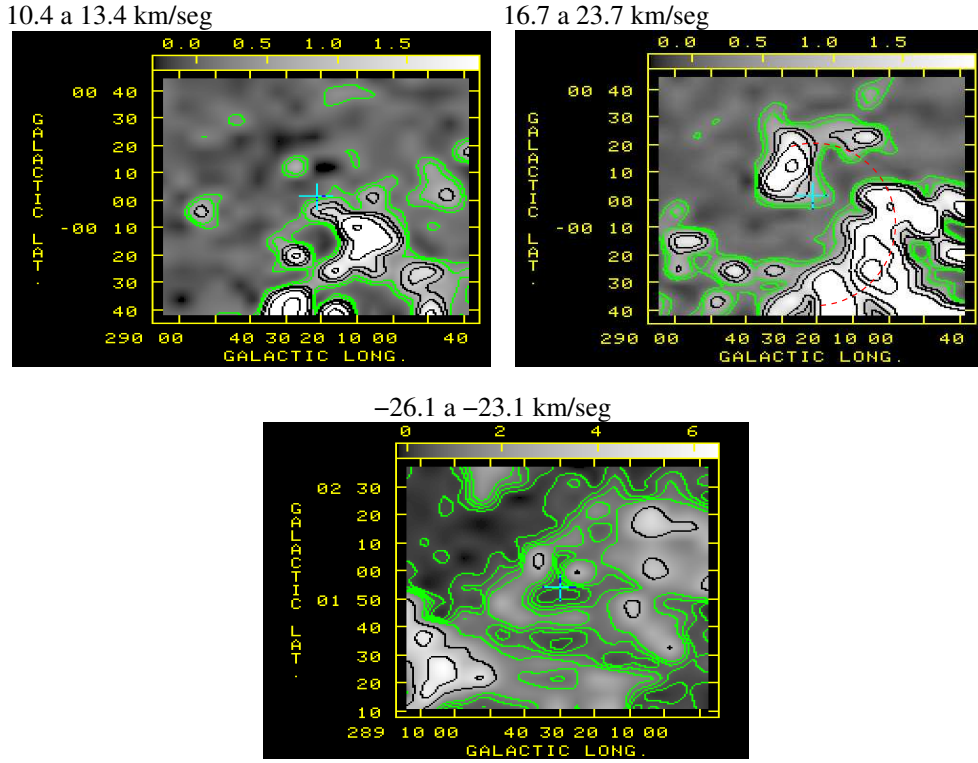


Figura 1. Probables estructuras moleculares asociadas a WR 32 (arriba) y WR 33 (abajo). Los intervalos de velocidades se encuentran arriba a la izquierda. La estrella está indicada por una cruz en el centro del campo. La barra en tono de grises en la parte superior de cada figura indica el rango de temperaturas de brillo en K de la región.

Análisis del material molecular en los alrededores de WR 91

En el caso de WR 91 se encontraron cuatro rangos de velocidad en los que se identificaron estructuras que desde un punto de vista puramente morfológico podrían estar asociadas a dicha estrella. Basándonos en las distancias cinemáticas determinadas para la velocidad radial media de cada intervalo, concluimos que la distribución observada en el rango -40 a -33.5 km/seg (Figura 2) es la que posee mayores probabilidades de estar vinculada a la estrella. La ubicación de WR 91 en un mínimo de la distribución del gas molecular, es otro elemento a favor de tal interpretación.

Basándonos en el modelo de rotación galáctica de Brand & Blitz (1993) se obtiene una distancia cinemática de 4.2 kpc. Esta distancia concuerda, dentro del rango de error, con la distancia catalogada para la estrella, 7.2 ± 3.6 kpc (van der Hucht, 2001)

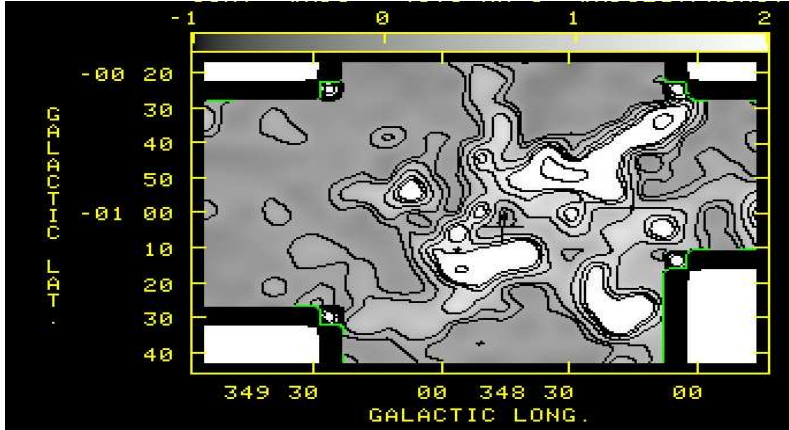


Figura 2. En esta figura se puede ver la probable estructura molecular asociada a WR 91 en el rango -40 a -33.5 km/seg. La estrella está indicada por una cruz en el centro del campo. Las zonas blancas en los vértices de la figura son regiones que quedaron fuera del área de cobertura del instrumento. La barra en tono de grises en la parte superior de cada figura indica el rango de temperaturas de brillo en K de la región.

Análisis del MIE alrededor de la estrella en IR y continuo de radio, mostró en ambos rangos de frecuencia la presencia de una estructura extendida. En la Figura 3, se muestra la imagen del relevamiento de MSX en $8.28 \mu\text{m}$ (banda A). En ésta se ve una estructura intensa cercana a la posición de la estrella y otra más extendida que podría estar también relacionada con la misma. En la Figura 4 se muestran las imágenes IRAS de alta resolución de la misma zona. En la Figura 5 se muestra la emisión en el continuo de radio en 5 Ghz (izquierda) y puede notarse una excelente correlación con la emisión en IR (derecha)

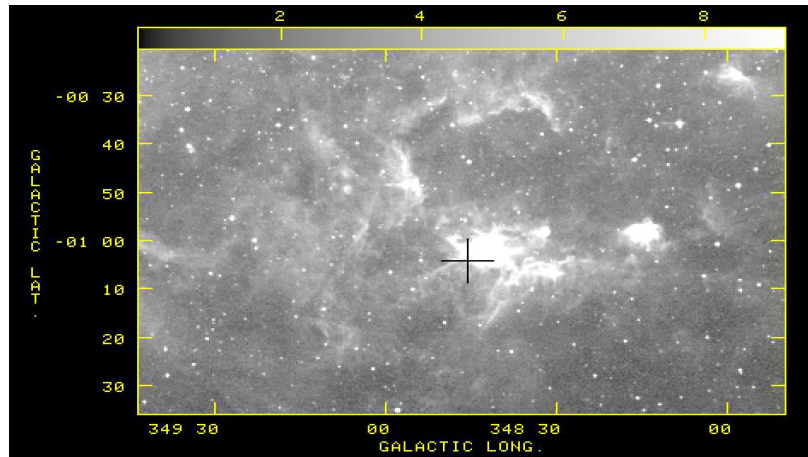


Figura 3. Imagen MSX en $8.28 \mu\text{m}$ La estrella está indicada por una cruz en el centro del campo. La barra en tono de grises en la parte superior de cada figura indica el rango de flujo en unidades de $10^{-5} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ ster})$

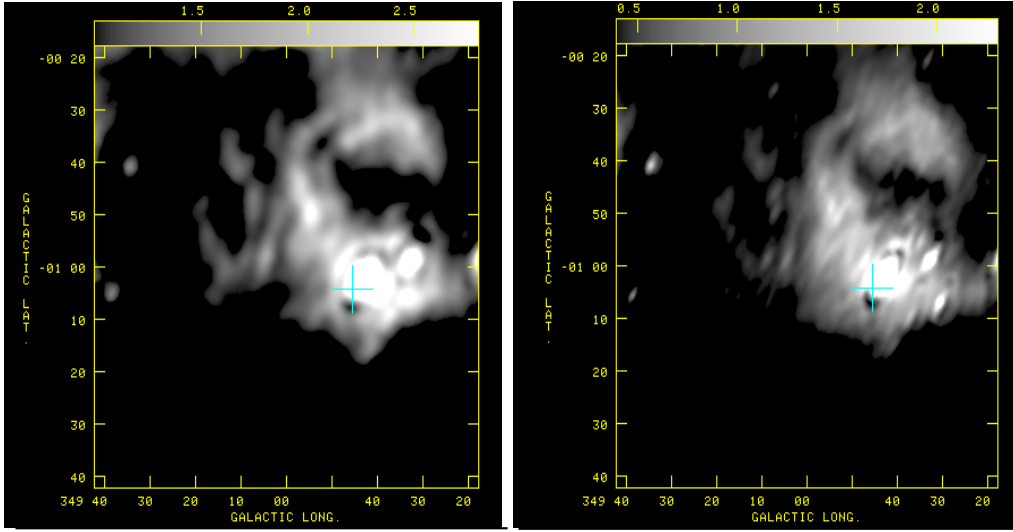


Figura 4. Imagen IRAS en $60 \mu\text{m}$ (izquierda) y $100 \mu\text{m}$ (derecha). La posición de la estrella está indicada por la cruz. La barra en tono de grises en la parte superior indica el rango de flujo en unidades de 10^4 MJy/ster .

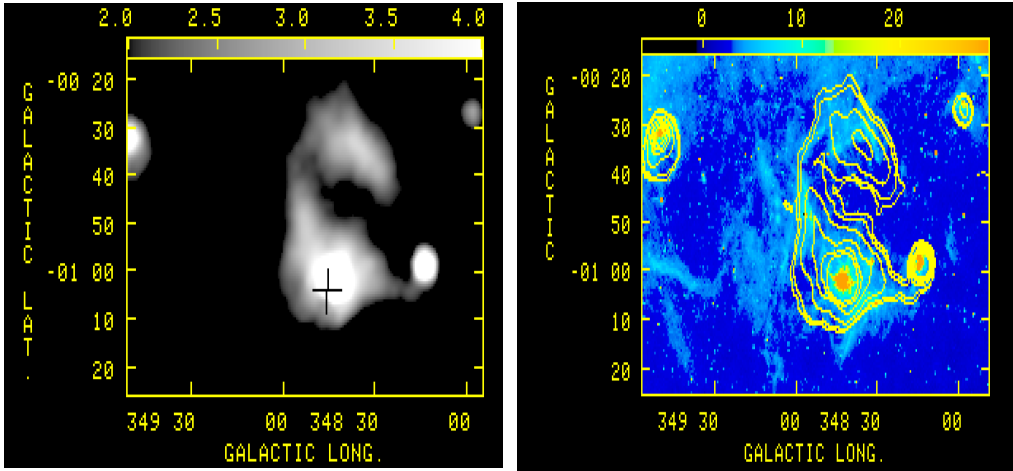


Figura 5. Imagen en continuo de radio en 5 ghz (izquierda) y comparación de la misma con la imagen de la región en $8.28 \mu\text{m}$ (derecha). La posición de la estrella está indicada por la cruz. La barra en tono de grises en la parte superior de la figura izquierda indica el rango de flujos en unidades de 10^4 mKT_b .

En la figura 6 se hace una comparación entre la emisión molecular en el rango elegido con la emisión en el continuo de radio en 5 Ghz y se puede distinguir una anticorrespondencia entre ellos, ya que los máximos en la emisión de CO coinciden con los mínimos en la emisión de continuo (y viceversa). Se nota que la emisión intensa en 5 Ghz cercana a la posición de la estrella coincide con la cavidad en la distribución de CO (ver ampliación en Figura 6), mientras que la zona más extensa pareciera delinear perfectamente el borde de la nube molecular.

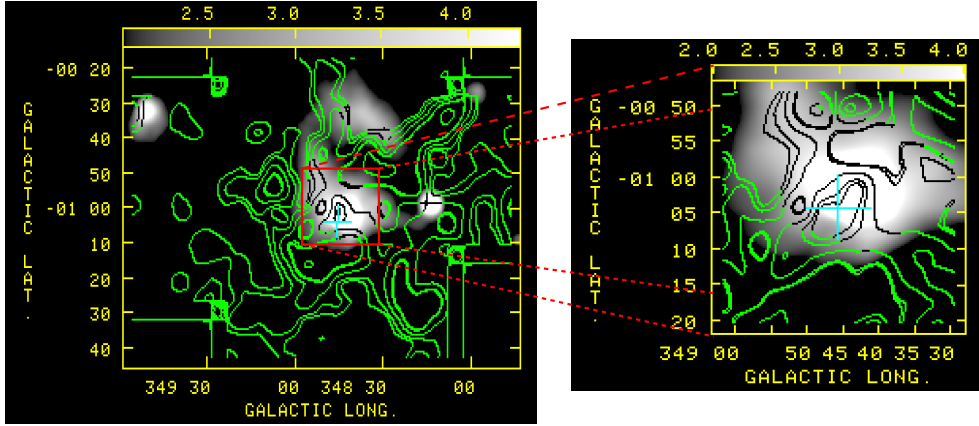


Figura 6. Comparacin entre la estructura molecular encontrada (contornos) con la emisin en continuo de radio en 5 Ghz (grises). A la derecha de la figura se ve una ampliacin de la regin central. La posicin de la estrella est indicada por la cruz.

Ésta podría ser una región de fotodisociación originada por el campo radiativo de WR 91 o una estrella que se encuentra detrás de la nube molecular (alta extinción en el visual).

4. Conclusiones

Se analizó el material molecular alrededor de las estrellas WR 32, WR 33 y WR 91. Para el caso de las dos primeras, en base a un análisis morfológico se encontraron estructuras moleculares que podrían estar asociadas a las mismas. Para WR 91, el análisis del material molecular así como los datos del IR y continuo de radio nos permite sugerir que la estructura molecular comprendida entre -40 y -33.5 km/seg podría estar relacionada con la estrella.

5. Referencias

- Brand, J & Blitz, L. 1993 A&A, 275, 67
- van der Hucht, K. 2001, New Astronomy Review, 45, 135